

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

P~~OS~~ FR 00/01442

09/926619 #2

REC'D 26 JUN 2000

WIPO PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **30 MAI 2000**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ

SIEGE

26 bis, rue de Saint Petersburg

75800 PARIS Cédex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04

Télécopie : 01 42 93 55 30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réserve à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **27.MAI 1999**  
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **99 06716 -**  
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75**  
DATE DE DÉPÔT **27 MAI 1999**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

**CABINET Beau de Loménie**  
**51, Av Jean Jaurès**  
**BP 7073**  
**69301 LYON cedex 07**

n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone  
**SM/014823 01.40.67.11.99**

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire  
☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen

☐ demande initiale  
☐ brevet d'invention

☐ certificat d'utilité n° date

Établissement du rapport de recherche ☐ différé ☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance ☐ oui ☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**DISPOSITIF DE FORMATION, DE DEPLACEMENT ET DE DIFFUSION  
DE PETITES QUANTITES CALIBREES DE LIQUIDES.**

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN **4 20 848 08 7** code APE-NAF **3 16 D**

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

**- OSMOOZE S.A.**

Forme juridique

**Société Anonyme**

**française**

Nationalité (s)

Adresse (s) complète (s)

**- 9, avenue Pierre Benoit**  
**26500 BOURG-LES-VALENCE**

Pays

**- FRANCE**

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs ☐ oui ☒ non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES ☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine numéro date de dépôt nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n° date n° date

**92-1009**

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
(nom et qualité du signataire)

**CABINET BAUDOUIN SCHMITZ**  
**AB**

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

**[Signature]**

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg

75800 Paris Cedex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9906716

TITRE DE L'INVENTION :

**DISPOSITIF DE FORMATION, DE DEPLACEMENT ET DE DIFFUSION  
DE PETITES QUANTITES CALIBREES DE LIQUIDES.**

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Cabinet BALLOT SCHMIT  
7, rue Le Sueur  
75116 PARIS  
FRANCE

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

LE PESANT Jean-Pierre  
MILLET Jean-Claude

domicilié (s) au :

Cabinet BALLOT SCHMIT  
7, rue Le Sueur  
75116 PARIS  
FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

Paris, le 27 mai 1999

Paul BALLOT - 92-1009  
Cabinet BALLOT SCHMIT

*Paul Ballot*

# DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDECATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
34 à 40			X	21/09/99	09 SEP. 1999 / F M E

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention « R.M. » (revendications modifiées).

**DISPOSITIF DE FORMATION, DE DEPLACEMENT ET DE DIFFUSION DE  
PETITES QUANTITES CALIBREES DE LIQUIDES**

La présente invention concerne un dispositif de formation et de diffusion de faibles volumes de liquides, permettant notamment de produire des volumes calibrés avec un contrôle précis de leur taille et de leur nombre, par exemple pour  
5 diffuser des liquides dans l'atmosphère ou vers une surface.

Il existe de nombreux domaines d'activité où il est nécessaire de disposer de quantités contrôlées de liquides pour les appliquer dans l'atmosphère qui entoure les  
10 personnes ou dans leur environnement immédiat ou sur leur peau ou à l'intérieur de leur corps. Ces liquides contiennent des principes actifs, ce qui justifie la nécessité de contrôler leur diffusion. Ces principes actifs peuvent être d'ordre olfactif, médicamenteux,  
15 phytosanitaire, chimique, biologique, etc.

Une manière de contrôler la diffusion de ces liquides contenant des principes actifs est leur extraction d'un réservoir sous forme de faibles volumes calibrés, qui seront par commodité désignés dans le texte ci-dessous par  
20 le terme général de "gouttes".

Il existe de nombreux domaines d'activité où il est nécessaire d'exploiter un produit liquide sous forme de gouttes, dont ceux liés à la médecine et au bien-être. Ainsi, dans le cadre de certains traitements, on diffuse  
25 par vaporisation des principes actifs dans l'atmosphère ou contre une partie du corps d'un patient afin qu'il puisse en ressentir les effets de manière appropriée. De même, il peut être avantageux de délivrer des gouttes calibrées dans un milieu où, après mélange ou dissolution, les principes  
30 actifs dont elles sont chargées produisent leur effet.

De même, on diffuse par évaporation ou par vaporisation des produits ayant un effet bénéfique ou agréable, ces produits



étant par exemple reconnus pour leurs effets olfactifs (huiles essentielles, parfums, déodorants, etc...) ou assainissants (produits anti-insectes, désinfectants, neutralisants, etc...).

5 D'autres domaines d'application concernés par l'invention comprennent, entre autres, l'étude de liquides sous forme de gouttes, le dépôt de liquides sous forme de gouttelettes, l'activation de liquides, etc, dans différents contextes industriels, scientifiques, médicaux  
10 ou de la vie quotidienne.

Il existe diverses techniques de création et de diffusion de gouttes ou de gouttelettes. La plupart reposent sur le principe de l'interaction d'un flux de gaz avec un liquide à partir duquel on souhaite extraire des gouttes. Ce  
15 principe est utilisé notamment pour la vaporisation de parfums classiques, les bombes aérosols et les pistolets à peinture.

Bien que simples de mise en oeuvre, ces techniques ne permettent pas de produire des gouttes bien calibrées ou un  
20 débit de gouttes contrôlé avec précision. Par ailleurs, les appareils fonctionnant sur le principe d'interaction gaz/liquide ne se prêtent guère à la miniaturisation, notamment en raison de leur approvisionnement en gaz propulseur.

25 Il existe par ailleurs des techniques d'éjection de gouttelettes basées sur des phénomènes électromécaniques (tel l'effet piézo-électrique) ou thermiques (telle la vaporisation par des résistances chauffantes, utilisées notamment pour les imprimantes à jet d'encre). Toutefois,  
30 les appareils reposant sur ces techniques sont relativement complexes du point de vue mécanique, ne serait-ce que du fait qu'ils utilisent dans de nombreux cas des pièces délicates en mouvement. De plus, la qualité du calibrage obtenu pour les gouttes est souvent donnée par une  
35 répartition statistique de taille.

Aussi, la présente invention a-t-elle pour objet un dispositif de dimensions réduites et pouvant être réalisé à faible coût, permettant de produire des gouttes de liquide de manière bien contrôlée.

5 A cette fin, la présente invention concerne un dispositif de création, de déplacement et de diffusion de petits volumes calibrés et contrôlés d'au moins un liquide, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un chemin de déplacement de ces petits volumes, entre un  
10 réservoir et un lieu d'exploitation du liquide déplacé, ce chemin de déplacement comprenant :

- des moyens de retenue de liquide comportant au moins deux paires de surfaces rapprochées destinées à retenir entre elles un volume de liquide et à permettre un  
15 déplacement dudit volume d'une paire de surfaces à l'autre; et

- des moyens d'application de champ électrique destinés sélectivement à retenir ledit volume de liquide entre lesdites paires de surfaces et à déplacer ce volume  
20 d'une paire de surfaces à l'autre vers ledit lieu d'exploitation.

Selon différents modes de réalisation optionnels, la présente invention permet la mise en oeuvre de l'une ou de plusieurs des caractéristiques suivantes selon les  
25 différentes combinaisons techniquement possibles :

- le liquide est un liquide comportant un principe actif destiné notamment à des applications dans la génération d'odeurs, dans les cosmétiques, les traitements médicaux, sanitaires, dans la chimie ou  
30 l'analyse médicale ;

- le liquide contient au moins une huile essentielle et/ou une phéromone ;

- les moyens de retenue comportent une pluralité de paires de surfaces rapprochées, disposées adjacentes  
35 entre le réservoir et le lieu d'exploitation, et les

moyens d'application de champ électrique assurent le transfert de liquide entre les paires de surfaces adjacentes ;

5 - le dispositif est agencé pour acheminer les petits volumes calibrés vers une zone d'utilisation qui est en relation avec l'extérieur du dispositif ;

- les moyens d'application de champ électrique comprennent une électrode associée à au moins une surface de chaque paire de surfaces rapprochées ;

10 - les moyens d'application de champ électrique appliquent une séquence programmable de champs électriques entre les paires de surfaces disposées adjacentes de manière à déplacer le liquide contenu entre celles-ci de proche en proche vers ledit lieu  
15 d'exploitation de liquide ;

- les surfaces présentent une mouillabilité contrôlée par des traitements de surface ;

- l'une au moins des deux faces d'une paire de surfaces est portée par une structure sous forme de  
20 mesa formée sur son substrat respectif, ladite structure sous forme de mesa assurant un rapprochement desdites surfaces relativement aux substrats respectifs afin que la capillarité maintienne sélectivement le liquide dans les zones où les faces sont les plus  
25 proches ;

- les deux faces d'une paire de surfaces sont sensiblement parallèles ;

- les deux faces d'une paire de surfaces forment entre elles un petit angle, créant ainsi une zone vers  
30 un bord desdites faces de plus grand rapprochement relativement au bord opposé, permettant ainsi au liquide d'être entraîné par capillarité vers la zone de plus grand rapprochement.

- pour une paire de surfaces, la zone de plus grand rapprochement se situe au niveau du bord le plus proche du lieu d'exploitation du liquide déplacé ;

- au moins une paire des surfaces rapprochées  
5 réalise au moins un réservoir, un plot de séparation et un plot de formation d'un petit volume de liquide, coopérant pour constituer un extracteur de ce petit volume ;

- l'une au moins des paires de surfaces  
10 rapprochées présente une pluralité de plans de manière à créer une pluralité de rapprochements différents entre ces surfaces rapprochées ;

- au moins une des paires de surfaces rapprochées présentant une pluralité de plans est destinée à former  
15 un réservoir de liquide ;

- la ou chaque paire d'électrodes présentant une pluralité de plans est agencée avec le rapprochement le plus important situé en aval par rapport au sens de déplacement du liquide ;

- le réservoir comprend un volume de confinement  
20 par des actions capillaires et de tension interfaciale entre deux surfaces rapprochées, au moins un secteur de la périphérie d'une zone de retenue de liquide constituant un moyen formant extracteur et au moins une  
25 face de la zone de retenue étant reliée à un moyen d'alimentation ;

- l'extracteur est constitué d'une zone de retenue de liquide, adjacente au réservoir et est réalisé par deux faces parallèles proches de manière à produire des  
30 actions capillaires et de tension de surface entre elles, la largeur de cette zone par rapport à l'axe de déplacement de liquide étant substantiellement inférieure à sa longueur et plus substantiellement inférieure à la fois à la largeur du réservoir, auquel  
35 elle est reliée d'une part, et aussi à la largeur des

surfaces rapprochées du chemin de déplacement des volumes calibrés de liquide auquel elle est reliée d'autre part ;

- l'extracteur comporte des surfaces retenant  
5 entre elles une charge de liquide, lesdites surfaces étant munies d'électrodes permettant de créer dans cette zone un champ électrique, pour extraire du réservoir des quantités calibrées de liquide.

- le chemin de déplacement des quantités calibrées  
10 de liquide est constitué d'une zone de retenue de liquide par des actions capillaires et de tension de surface entre deux faces proches, tel que la largeur de cette zone de retenue par rapport à l'axe du chemin de déplacement soit d'une dimension substantiellement  
15 supérieure à celle de l'extracteur auquel elle est reliée, les faces formant ladite zone étant munies d'électrodes qui permettent de créer un champ électrique distribuable, permettant de recevoir au moins une quantité calibrée de liquide extraite du  
20 réservoir par action de l'extracteur ;

- la zone de retenue dudit chemin de déplacement est constituée de plusieurs portions adjacentes, formant des plots, dont chacun est muni de paires d'électrodes pour créer des champs électriques, de  
25 telle sorte que chaque portion puisse recevoir une quantité calibrée de liquide ;

- les portions adjacentes du chemin de déplacement permettent, par une action séquentielle du champ électrique sur les portions adjacentes, le déplacement  
30 le long de ce chemin des quantités de liquide calibrées ;

- le dispositif est composé d'au moins deux chemins de déplacement permettant d'extraire d'au moins deux réservoirs des quantités calibrées 1, 2, 3, ..., N  
35 de liquides et de les acheminer vers au moins un autre

chemin interne au dispositif, les quantités calibrées 1 à N n'ayant pas nécessairement le même volume ;

- au moins un réservoir peut être mis en communication avec l'extérieur du dispositif pour y  
5 faire pénétrer du liquide.

- le dispositif comporte au moins deux réservoirs agencés de manière à permettre de réunir et de mélanger les petits volumes calibrés extraits desdits réservoirs et au moins un chemin de déplacement pour les acheminer  
10 vers au moins un orifice de sortie où ces petits volumes peuvent soit couler soit s'évaporer ;

- le dispositif comporte des moyens de mélange de liquide agencés pour transférer ledit mélange vers un chemin de déplacement de manière à permettre  
15 d'acheminer, après mélange, les petits volumes vers une zone d'utilisation au sein même du dispositif ;

- le ou chaque réservoir et chaque paire de surfaces rapprochées dudit chemin de déplacement sont configurés pour créer une relaxation de périmètre du  
20 liquide en l'absence de champ électrique, afin de faciliter le passage de ce liquide d'une paire de surfaces à une autre ;

- l'un au moins des réservoirs contient un liquide de rinçage adapté pour nettoyer le ou les chemin(s) de  
25 déplacement des petits volumes calibrés de liquides ;

- le dispositif comporte au moins un orifice de mise en relation du dispositif avec l'extérieur, l'orifice comportant au moins une électrode d'électroosmose ou au moins une résistance chauffante,  
30 pour accélérer en ces points l'évaporation des liquides ;

- le dispositif est agencé pour être alimenté à partir d'au moins un réservoir extractible, le réservoir étant par exemple sous forme de cartouche ou  
35 analogue ;

L'invention concerne également un ensemble de diffusion de liquide sous forme de petits volumes, caractérisé en ce qu'il intègre dans un boîtier :

- au moins un dispositif de formation, de déplacement et de diffusion de gouttes selon l'une quelconques des caractéristiques précitées ;
- une électronique de commande et de génération de potentiels électriques pour engendrer de manière programmable des signaux de commande vers les moyens d'application de champ électrique ;
- au moins un réservoir de liquide à diffuser ;
- une source d'énergie électrique, constituée par exemple d'une pile ou d'une batterie.

Le boîtier peut être sensiblement plan au format d'une carte à puce de type carte de crédit.

On comprendra de ce qui précède que le petit volume de liquide peut se présenter sous forme de goutte(s).

Le lieu d'exploitation constitue un lieu d'utilisation du liquide ainsi transféré et peut à ce titre bénéficier de toutes sortes de moyens de traitement actifs ou passifs de la goutte.

Le dispositif selon la présente invention exploite judicieusement la présence de champs électriques distribués entre la source de liquide et la sortie, d'une part pour créer une goutte et d'autre part pour la conduire vers le lieu d'exploitation par effet diélectrique.

L'invention concerne tous les domaines d'application précités, tels que le dosage et le mélange de liquides, notamment en cosmétique, biologie, pharmacie, médecine, chimie ou phytothérapie, et d'autres industries, réalisant en cela ce que l'on appelle des laboratoires sur puces, connus sous le terme anglo-saxon de "labs on chips".

A titre d'exemple non limitatif, l'invention permet de diffuser une grande variété de liquides contenant des

principes actifs odorants tels que des huiles essentielles, qui contiennent des extraits de plantes.

Lorsque les moyens d'application de champ électrique comportent au moins une paire d'électrodes, les électrodes  
5 d'une paire d'électrodes peuvent être en vis-à-vis et être polarisées pour créer un champ électrique entre elles, et peuvent présenter par leur séparation un espace de confinement de liquide sous forme de goutte plus ou moins aplatie. Dans ce cas, une paire d'électrodes constitue un  
10 condensateur, avec le liquide comme diélectrique lorsque celui-ci est présent.

Dans un mode de réalisation préféré, les électrodes sont planes et parallèles, mais dans des modes de réalisation plus complexes, elles peuvent avoir une surface courbe,  
15 comportant plusieurs plans, cylindrique par exemple et/ou former un angle très faible entre elles pour bénéficier d'effets de capillarité.

Dans les réalisations selon l'invention, le volume (et à un certain degré la forme de la goutte) est déterminé par la  
20 géométrie des électrodes en contact avec le liquide. Ainsi, il est possible d'obtenir des gouttes uniformes dont le volume est déterminé de manière précise par le volume constitué de l'entrefer entre électrodes et le périmètre des électrodes de formes symétriques opposées.

De préférence, on utilise plusieurs électrodes ou paires  
25 d'électrodes précitées, lesquelles sont disposées de manière à former un chemin de déplacement de goutte, les électrodes ou paires d'électrodes étant commandées en polarisation afin de faire déplacer au moins une goutte de  
30 proche en proche vers la sortie.

Pour contrôler la position et l'étalement des gouttes, on peut utiliser séparément ou conjointement, d'une part des traitements de surface localisés, pour obtenir des effets de tension interfaciale de mouillabilité et de non-  
35 mouillabilité des surfaces et d'autre part des épaisseurs



étagées différentes, entre les plots munis d'électrodes et le reste des surfaces des substrats (structures en surélévation dites "mesas").

Un exemple de traitement non-mouillant utilisable selon l'invention est le traitement silane fluoré hydrophobe de type C16-H19-F17-O3-Si.

Le volume de la goutte extraite est conditionné essentiellement par les paires d'électrodes de ce chemin qui agissent comme extracteur des gouttes depuis la source du liquide, ces électrodes pouvant être dimensionnées différemment des autres électrodes en fonction de la taille de goutte souhaitée en sortie.

En particulier, l'extracteur peut avantageusement comporter une électrode ou paire d'électrodes sensiblement plus étroite que la ou les autre(s) électrode(s) de déplacement, constituant ainsi un étranglement dans le chemin de déplacement.

Lorsque le dispositif est réalisé par des paires d'électrodes de stockage et/ou de déplacement, chaque paire comprend une première et une deuxième électrodes, la première électrode étant réalisée sur un premier substrat et la deuxième électrode étant réalisée sur un deuxième substrat.

Dans un mode de réalisation préféré, au moins l'une des électrodes ou paires d'électrodes de stockage et/ou de déplacement est réalisée sur un élément de structure en mesa du substrat.

La source peut comprendre des moyens de réserve de liquide comportant une électrode ou une ou plusieurs paires d'électrodes de stockage permettant d'appliquer un champ électrique à cette réserve de liquide.

Dans certaines applications, la capacité de la réserve munie d'électrodes ainsi réalisée peut être suffisante, de par les dimensions de la ou des électrodes de stockage, pour constituer une autonomie d'alimentation en liquide. Le

dispositif pourra alors fonctionner sans autre apport de liquide, une fois constituée cette réserve de liquide (ou de plusieurs liquides différents contenus par des électrodes de stockage respectives, comme il sera expliqué plus loin).

On peut prévoir pour les moyens de réserve une capacité correspondant à un nombre relativement important de gouttes, l'électrode ou la paire d'électrodes de stockage présentant alors une superficie supérieure à celles des électrodes de déplacement, et notamment à celle de la première électrode de déplacement.

Les moyens de réserve munis d'électrodes peuvent aussi être associés à un réservoir de plus grand volume qui alimente ces derniers, ce qui permet par exemple de prévoir pour les moyens de réserve munis d'électrodes une capacité minimale, juste suffisante pour maintenir une charge de liquide à disposition. Ceci a l'avantage de limiter au strict minimum le chemin de déplacement des gouttes dont la fabrication est plus complexe et plus coûteuse, à volume donné, que celle du réservoir de plus grand volume. En effet, le dispositif selon l'invention sera avantageusement réalisé selon des moyens de production collective en microélectronique. Les coûts de revient de tels dispositifs étant directement proportionnels à la surface.

De préférence, ce réservoir est avantageusement sous forme de cartouche ou analogue, amovible ou remplissable.

La sortie des gouttes peut comprendre un orifice configuré pour permettre aux gouttes de couler vers l'extérieur ou pour les laisser s'évaporer au niveau de l'orifice ou pour les soumettre à tout traitement thermique, mécanique, électrique etc, conduisant à leur diffusion.

L'orifice de sortie peut être avantageusement associé à une électrode d'électro-osmose.

On remarquera que dans ce contexte une électrode ou paire d'électrodes au niveau de la sortie est aussi désignée

électrode de déplacement, étant donné qu'elle participe aussi au transfert en tant que dernier maillon.

Le chemin de déplacement peut être relié à une ou plusieurs sources de liquides. Lorsque plusieurs sources de liquides  
5 sont reliées à un même chemin de déplacement, l'une au moins des électrodes ou paires d'électrodes de déplacement est reliée en amont avec une pluralité d'électrodes chacune pouvant transférer une goutte issue d'une source différente.

10 Cette configuration permet de former une goutte à partir de liquides provenant de sources différentes. Ce mode de réalisation de l'invention permet donc de réaliser des mélanges de plusieurs liquides différents sur une seule goutte ou sur plusieurs gouttes.

15 Pour chaque source de liquide, les moyens d'application de champ électrique qui forment les gouttes élémentaires à partir d'une réserve respective d'un liquide en vue de créer des gouttes de mélange de liquides peuvent être calibrés indépendamment les uns des autres. De cette  
20 manière, il est possible de créer, lors de l'élaboration d'une goutte, un mélange de plusieurs liquides différents, chacun avec un dosage spécifique.

Le dispositif selon un mode de réalisation préféré de l'invention, ayant de préférence une structure sensiblement  
25 plane, peut être intégré dans un ensemble mince. La sortie de gouttes peut être ménagée sur une face de l'ensemble ou sur un de ses bords. Dans ce dernier cas, il est possible de prévoir au niveau du dispositif un orifice de sortie également formé sur la tranche de ce dernier.

30 L'ensemble de diffusion de liquide selon l'invention permet d'intégrer dans un boîtier unique de faibles dimensions, par exemple comparables à celles d'une carte de crédit (soit environ 55 millimètres de largeur, 85 millimètres de longueur et 0,2 à 5 millimètres d'épaisseur), au moins un  
35 dispositif précité. A ce boîtier, il est également

possible d'intégrer au moins un réservoir de liquide à diffuser et une source d'alimentation électrique.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront plus clairement de la description qui suit  
5 d'un mode de réalisation préféré, donné purement à titre d'exemple non-limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de l'un de deux substrats superposés qui constituent un dispositif de  
10 déplacement et de diffusion de gouttes selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est un schéma simplifié en vue de plan des éléments représentés à la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue détaillée montrant une structure  
15 de superposition d'une paire d'électrodes du dispositif selon le premier mode de réalisation ;
- la figure 4a est une vue en coupe longitudinale du dispositif assemblé du premier mode de réalisation, selon l'axe IV-IV' de la figure 1 ;
- 20 - la figure 4b est une vue en coupe longitudinale du dispositif assemblé selon une variante du premier mode de réalisation, selon l'axe IV-IV' de la figure 1 ;
- la figure 5 est une vue de plan de l'un des substrats du dispositif diffuseur selon une variante du premier mode de  
25 réalisation ;
- la figure 6 est une vue de la variante de la figure 5 en coupe longitudinale du dispositif assemblé, selon l'axe VI-VI' de cette figure ;
- la figure 7a représente schématiquement un dispositif  
30 diffuseur permettant de créer des mélanges de liquides selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7b représente schématiquement et partiellement un dispositif diffuseur permettant de créer des mélanges de liquides selon un troisième mode de réalisation de  
35 l'invention ;

- la figure 8 représente schématiquement un dispositif permettant de créer des mélanges de gouttes et comportant plusieurs sorties ;
  - la figure 9 est une illustration schématique d'un ensemble de diffusion de gouttes de liquides intégrant un dispositif diffuseur conforme à la présente invention ;
  - les figures 10a à 10e représentent schématiquement le processus de déplacement d'une quantité de liquide le long d'un chemin de déplacement conformément à la présente invention ;
  - la figure 11a est une vue en coupe longitudinale d'une partie du dispositif assemblé, selon l'axe IV-IV' de la figure 1, montrant le profil d'une paire d'électrodes selon une première variante de l'invention; et
  - la figure 11b est une vue en coupe longitudinale d'une partie du dispositif assemblé, selon l'axe IV-IV' de la figure 1, montrant le profil d'une paire d'électrodes selon une seconde variante de l'invention.
- Les modes de réalisation conformes à l'invention qui seront décrits mettent en oeuvre des évolutions technologiques dérivées de la microélectronique, qui permettent de concevoir et de réaliser des dispositifs hybrides fortement intégrés. Ces dispositifs font intervenir à très petite échelle des phénomènes physiques qui peuvent être commandés et contrôlés localement par une programmation électronique autonome à la fois en termes de fonctionnement et en termes d'énergie.
- Les exemples décrits s'adressent en particulier à la formation et au déplacement, par effet diélectrique, de gouttes de liquides contenant des principes actifs. Ces exemples d'application ont pour but de mettre à disposition des utilisateurs qui les emploient de très faibles quantités de liquides actifs qui peuvent être ainsi déposées sur des surfaces ou évaporées dans l'atmosphère, ou diluées dans un milieu liquide ou semi-liquide, par

exemple le corps humain. A cette fin, on fait intervenir une combinaison nouvelle de moyens hydrauliques et de moyens électriques.

La formation, le déplacement et l'utilisation de gouttes sont obtenus grâce à une architecture particulière de l'ensemble du dispositif et à des configurations spécifiques des sous-ensembles, notamment des géométries particulières, tant des électrodes que des liaisons fluidiques.

La base du dispositif consiste en des moyens de fractionnement de liquides qui ont la particularité d'extraire d'un plot d'électrodes principal de très petites quantités de liquide, bien calibrées, pour permettre ensuite de les acheminer, par des moyens purement électriques et sans pièces mécaniques en mouvement, vers un lieu d'utilisation où elles peuvent être soit directement mises à disposition de l'utilisateur, soit mélangées avec d'autres quantités d'un ou plusieurs liquides contenant d'autres principes actifs, puis être mises à disposition de l'utilisateur, notamment par un orifice de sortie vers l'extérieur du dispositif.

Le fonctionnement du dispositif est commandé et contrôlé par une électronique qui peut être directement associée au dispositif lui-même, de telle sorte que l'ensemble fasse un tout compact et autonome.

Le dispositif est réalisé sur deux substrats superposés constitués dans des matériaux usinables par des techniques appropriées, notamment celles dérivées de la microélectronique. A titre d'exemple, on utilise le silicium ou le verre, ou une combinaison des deux. Les faces en vis-à-vis ne sont pas nécessairement symétriques, l'une de ces faces pouvant, dans certaines réalisations selon l'invention, comporter des connexions communes à un même potentiel pour plusieurs plots et par exemple, constituer un plan de masse.

La figure 1 montre l'un des substrats 2a (premier substrat) en vue plongeante sur la surface faisant face à l'autre substrat 2b. Les éléments qui seront décrits relativement à ce substrat 2a s'appliquent de façon analogue, mais pas nécessairement identique à l'autre substrat.

Le substrat 2a comporte des plots munis d'électrodes adjacentes 4a, 6a, 8a, 10a, 12a, 14a situées sur un même plan. Chaque électrode forme (sauf dans les réalisations comportant un plan de potentiel ou de masse commun) un élément d'une paire d'électrodes avec une électrode correspondante 4b, 6b, 8b, 10b, 12b, 14b du deuxième substrat 2b (figures 3 et 5). La séparation entre deux électrodes d'une même paire d'électrodes est de l'ordre de 5 à 35 microns (mesurée perpendiculairement à leurs plans), une séparation typique étant de l'ordre de 15 microns. De la sorte, chaque paire d'électrodes 4a-4b, ..., 14a-14b constitue les électrodes (armatures) d'une succession de condensateurs.

Dans une réalisation préférée, ces condensateurs sont plans, mais dans d'autres réalisations, ils peuvent avoir une courbure, cylindrique par exemple, et une faible inclinaison d'une électrode par rapport à l'autre, comme cela a déjà été expliqué.

Comme il sera explicité plus loin, le diélectrique entre les paires d'électrodes à un moment donné est constitué soit par l'environnement ambiant (l'air en l'occurrence), soit par le liquide à extraire ou à déplacer sous forme de gouttes.

Les dimensions élémentaires des différentes paires d'électrodes 4a-4b, ..., 14a-14b ne sont pas toutes les mêmes pour des raisons données plus loin ; néanmoins, à titre d'ordre de grandeur, les électrodes présentent des côtés de quelques microns à quelques centaines de microns, et même quelques millimètres, des dimensions typiques étant de 25 à 500 microns.

Cet exemple n'est nullement limitatif, le nombre de paires d'électrodes et leurs dimensions élémentaires étant choisis en fonction des applications et des conditions d'utilisation.

5 L'ensemble de ces paires d'électrodes 4a-4b,..., 14a-14b définit un chemin de déplacement entre une source de liquide 16 et une sortie de gouttes de liquide 18. Ce chemin de déplacement est ainsi constitué de plots dont le fonctionnement sera décrit plus loin par référence à la  
10 figure 10.

Dans l'exemple de la figure 1, la source de liquide 16 et la sortie de gouttes de liquide 18 sont confondues avec les première et dernière paires d'électrodes du chemin de déplacement, respectivement 4a-4b et 14a-14b.

15 La séparation entre les bords en regard de deux paires d'électrodes adjacentes est de l'ordre de quelques microns à quelques dizaines de microns, les valeurs typiques se situant entre 5 et 20 microns. La contenance en liquide sous forme de goutte d'une paire d'électrodes est  
20 déterminée sensiblement par le produit de sa surface et de la séparation des deux électrodes

On remarque que, dans le cas où il n'y a pas de mélange de gouttes, la taille de la goutte délivrée à la sortie est conditionnée par le processus d'extraction, de la façon  
25 suivante : Une paire d'électrodes (8a-8b sur la figure 1) coopère avec la paire d'électrodes formant extracteur (6a-6b) adjacente au réservoir (4a-4b) pour former la goutte. Dans ce processus d'extraction, de goutte, tout ou partie du liquide contenu dans la paire 6a-6b est transférée dans  
30 la paire 8a-8b après suppression du potentiel sur 6a-6b.

Les électrodes d'extraction de cette paire 6a-6b, dénommées électrodes d'étranglement, sont alors configurées différemment des autres, étant de largeur L1, mesurée par rapport à l'axe de déplacement (figures 2 et 5), inférieure  
35 à la largeur L2 des autres paires d'électrodes en aval et



en amont. La paire d'électrodes 6a-6b constitue ainsi un plot d'étranglement dans le chemin de déplacement, ayant pour fonction de contribuer à la formation des gouttes prélevées à la source.

5 Par ailleurs, la paire d'électrodes 4a-4b, dénommées par la suite électrodes de stockage, associée à la source 16 présente une superficie supérieure à celle de toutes les autres paires d'électrodes, afin de disposer entre ces électrodes d'une contenance suffisante pour servir soit de  
10 réservoir pour le dispositif, soit de réserve tampon vis-à-vis d'un réservoir principal de liquide de plus grande contenance.

Dans le cas d'une réserve de liquide complètement contrôlée par des électrodes de stockage, la contenance de ces  
15 électrodes de stockage 4a-4b peut être alors particulièrement importante et éventuellement fractionnée en plusieurs paires 4a1-4b1, 4a2-4b2, etc..., pour permettre un vidage progressif de cette réserve.

Comme le montre la figure 2, chaque électrode 4a,..., 14a,  
20 est reliée indépendamment par une connexion respective 40a, 60a, 80a, 100a, 120a, 140a à une électronique de commande 20, qui sera décrite plus loin. Dans les figures, une connexion à une électrode particulière est identifiée à celle-ci en portant le même numéro de repère, ajouté d'un  
25 "0". On comprendra que les électrodes 4b, 6b, 8b, 10b, 12b et 14b du deuxième substrat 2b sont également reliées indépendamment à l'électronique de commande 20 par leurs propres connexions respectives (sauf dans les variantes de réalisation selon l'invention, dans lesquelles une, ou  
30 plusieurs, ou toutes, ces électrodes du deuxième substrat 2b sont reliées à un même potentiel électrique, par exemple pour constituer un plan de masse).

La figure 3 est une vue en perspective coupée d'une portion du dispositif de la figure 1, montrant en détail la  
35 structure d'une paire d'électrodes sur les deux substrats

assemblés 2a et 2b selon un mode de réalisation préféré comportant des structures de type mesa. Bien que cette figure ne montre que la paire d'électrodes 10a et 10b, elle s'applique de la même manière à toutes les autres paires  
5 d'électrodes 4a-4b,...,14a-14b.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, chaque électrode 10a, 10b (ou au moins l'une des deux) est réalisée sur le sommet plan de deux structures en mesa 22a, 22b formées en surélévation du plan général des substrats  
10 2a, 2b correspondants. On notera que cette structure en surélévation n'est pas strictement indispensable si on peut réaliser des différences de tension interfaciale (mouillabilité) entre l'électrode et le reste du substrat qui l'entoure, mais elle facilite grandement le confinement  
15 capillaire du liquide sous forme de goutte G retenue entre les électrodes (figure 3).

Par contre, pour faciliter le passage d'une goutte d'un plot à l'autre, il est avantageux que l'ensemble du chemin de déplacement soit sur un même niveau de mesa.

20 La figure 4a est une vue en coupe longitudinale du dispositif 1 selon l'axe IV-IV' de la figure 1 lorsque les deux substrats 2a, 2b sont assemblés.

Les deux substrats 2a, 2b sont scellés sur leur pourtour par un joint étanche 24 qui entoure notamment  
25 l'ensemble des électrodes.

Pour permettre l'introduction de liquide depuis l'extérieur du dispositif dans l'espace entre la paire d'électrodes 4a et 4b de stockage associée à la source, le substrat 2a comporte, au niveau de l'électrode 4a  
30 (ou 4b), un trou de remplissage 26 traversant à la fois ce substrat, la structure en mesa 22a (ou 22b) et l'électrode 4a(ou 4b).

Dans les cas où le réservoir de liquide n'est pas seulement contrôlé par une ou plusieurs électrodes de  
35 type 4a, le trou 26 se prolonge à l'extérieur par un

queusot 28 adapté pour se relier avec un réservoir de liquide contenant par exemple une huile essentielle, un parfum ou un liquide contenant tout autre principe actif.

5 De même, pour permettre la sortie de liquide sous forme de gouttes à partir de l'espace entre la paire d'électrodes 14a et 14b en fin de chemin de déplacement, le substrat 2b (ou 2a) comporte, au niveau de l'électrode 14b (ou 14a), un trou 30 traversant à la  
10 fois ce substrat, la structure mesa 22b (ou 22a) et l'électrode 14b (ou 14a).

L'embouchure du trou 30 au niveau de la face extérieure du substrat 2b (ou 2a) forme un orifice d'évaporation. Il peut également être réalisé pour permettre aux  
15 gouttes de s'écouler et de diffuser hors du dispositif 1 par des moyens thermiques, mécaniques, électriques, piézoélectriques etc.

Le liquide sous forme de gouttes peut monter jusqu'à cette embouchure par capillarité dans un conduit de  
20 faible section, qui peut être traité mouillant pour faciliter cette capillarité.

La figure 4b est une vue de profil selon l'axe IV-IV' de la figure 1 montrant l'embouchure 30 selon une variante du mode de réalisation de la figure 4a. Selon  
25 cette variante, l'orifice de sortie 30 présente à son embouchure (face externe) un évasement formant une coupelle 32. La surface de cette coupelle 32 est mouillante - par un traitement, un enduit ou autre - de façon à faciliter l'étalement du liquide à l'extérieur  
30 sur la surface en forme de coupelle 32.

Dans l'exemple, une électrode d'électro-osmose 31 est intégrée à l'orifice de sortie 30 pour permettre de réguler le taux d'évaporation ou d'écoulement des gouttes. Cette électrode 31 est reliée à l'électronique  
35 de commande 20 pour recevoir une tension de

polarisation, celle-ci pouvant être éventuellement variable pour obtenir un taux d'évaporation ou d'écoulement réglable.

La face extérieure du substrat 2b (ou 2a) comporte une  
5 nervure 32 autour de l'orifice 30, permettant de retenir un capuchon 34 de protection de l'orifice. Ce capuchon 34 peut être partiellement ou totalement détachable.

La figure 5 est une vue en plan de l'un des substrats  
10 2a selon une première variante du dispositif 1. Cette variante diffère du dispositif précédent essentiellement par le fait que la paire d'électrodes 14a et 14b au niveau de la sortie est exposée à l'extérieur sur sa tranche.

15 Dans cette configuration, le joint de scellement 24 précité est interrompu au niveau du point de contact avec la portion de la structure de mesa 22a (ou 22b) où se situe la paire d'électrodes 14a-14b. De cette manière, une goutte de liquide contenue entre ces  
20 électrodes 14a-14b est partiellement exposée à l'atmosphère.

Le taux d'évaporation ou d'écoulement dépend alors de l'importance de cette surface exposée. Dans l'exemple, cette surface exposée est rendue relativement  
25 importante par élargissement du chemin de déplacement de gouttes au niveau de la paire d'électrodes 14a et 14b définissant la sortie. Autrement dit, la paire d'électrodes 14a-14b présente une largeur L3, mesurée dans le plan des substrats et perpendiculairement à  
30 l'axe du chemin de déplacement, supérieure à la largeur L2 des autres électrodes (12a-12b, 10a-10b, ...) du chemin de déplacement qui la précède (figure 5).

La figure 6 est une vue du dispositif 1 en coupe  
longitudinale selon l'axe VI-VI' de la figure 5 avec  
35 les deux substrats assemblés, permettant de mieux voir

l'exposition d'une goutte G sur la tranche. On remarque notamment que l'orifice de sortie 30 est dans ce cas disposé sur la tranche du dispositif de formation et de déplacement de gouttes.

5 Dans cet exemple, il n'est pas prévu d'électrode d'électro-osmose à l'orifice de sortie 30 ; toutefois il est possible de disposer également une telle électrode dans un autre mode de réalisation de cette variante.

10 L'invention permet d'utiliser un ou plusieurs dispositifs créateurs de gouttes 1 dans un même ensemble pour diffuser après assemblage des gouttes de plusieurs liquides différents.

Dans ce cas, il est possible de rassembler plusieurs  
15 sources de liquides dans un même dispositif diffuseur 1.

A titre d'exemple, les figures 7a et 7b sont des vues simplifiées d'une partie du dispositif des figures 1 et 2, montrant les plots d'électrodes 4, 6, 8, 10, 12-1  
20 (correspondant respectivement aux paires d'électrodes 4a-4b, 6a-6b, 8a-8b, 10a-10b, 12a-12b) plus des plots 12-2, 12-3 et 12-4 (ce dernier correspondant à la paire d'électrodes 14a-14b).

La construction du dispositif selon cette figure est  
25 analogue à celle des figures 1 et 2 et des variantes, excepté que le chemin de déplacement (ou chemin de convoyage) des gouttes peut être alimenté par deux ou trois extracteurs de gouttes 6-8, 6'-8' et 6''-8'' qui sont eux-mêmes reliés à deux ou trois paires  
30 différentes d'électrodes de stockage 4, 4' et 4'', chacune constituant une réserve de liquide spécifique ou étant associée à une liaison fluide vers un réservoir de liquide spécifique de plus grand volume.

Le transfert des différents liquides s'effectue par  
35 trois paires d'électrodes d'étranglement 6, 6' et 6''

et des électrodes 8, 8' et 8" qui collaborent pour conditionner la formation et le volume de la goutte détachée de la source respective.

On notera les éléments suivants de fonctionnement d'un  
5 tel dispositif multiple :

- chaque source de liquide comporte un "injecteur" constitué de paires d'électrodes d'étranglement 6, 6', 6" et de formation de gouttes 8, 8', 8" qui lui sont propres et permettent de former des gouttes calibrées  
10 de taille adaptée à ce liquide selon l'application ; chaque injecteur alimente le plot du chemin de convoyage avec lequel il est en relation (le plot 8); le convoyage des gouttes peut alors se faire en séquence (successivement les plots 8, 10, 12-1, 12-2,  
15 12-3 et 12-4), le mélange pouvant être fait en des points du système de convoyage qui dépendent de l'application (et donc pas nécessairement au niveau de l'arrivée d'une goutte supplémentaire sur ce convoyage) ; en d'autres termes, on peut choisir  
20 d'avoir un mélange retardé (cas de la figure 7b où le mélange de trois liquides s'effectue respectivement aux plots 8, 10 et 12-2 dans la succession), par exemple jusqu'à ce qu'on ait plusieurs composants réunis ;

- pour mélanger et convoier deux ou plusieurs  
25 gouttes, on utilise des surfaces d'électrodes plus grandes que pour chacune des gouttes de départ, de façon que le volume de confinement et de convoyage soit égal ou légèrement supérieur à la somme des volumes des gouttes qui entrent dans le mélange ; ceci permet aussi  
30 de créer des gouttes plus grosses par extraction d'une même source en faisant fonctionner au moins deux fois l'injecteur correspondant avant d'actionner le convoyage en aval de cet injecteur ;

- pour le convoyage des gouttes, il est avantageux  
35 d'utiliser des plots de forme allongée, par exemple de

forme nettement rectangulaire, de préférence avec un traitement non mouillant, pour faciliter le passage de liquide d'un plot au suivant, par relaxation de périmètre du liquide qui n'est plus soumis au champ électrique dans le plot que l'on veut vider ; en effet, la tension interfaciale du liquide sur une surface non mouillante tend à rendre minimum, c'est-à-dire le plus circulaire possible, le périmètre du volume de liquide entre les électrodes, ce qui rapproche au moins une partie de ce périmètre du bord de l'électrode adjacente sur laquelle on désire transférer le liquide par action diélectrique ; ceci est particulièrement avantageux lorsque les électrodes de convoyage ne sont que partiellement remplies (cas par exemple du convoyage d'une ou deux gouttes respectivement sur des chemins de déplacement respectivement prévus pour deux ou trois gouttes).

L'électronique de commande 20 peut être alors programmée pour sélectionner le transfert de gouttes depuis une source particulière 4, 4' ou 4'', ou une combinaison de ces sources par application de différences de potentiel depuis celle-ci vers les paires d'électrodes d'étranglement 6, 6', 6'' concernées.

Il est ainsi possible de réaliser avec une grande précision et sans pièce mécanique mobile, des mélanges dosés de liquides en forme de gouttes au sein même du dispositif, avant leur sortie dans l'atmosphère et d'acheminer ces gouttes de mélange vers la sortie 18 réalisant en cela ce que l'on appelle aujourd'hui un "lab on chip" tel que défini ci-dessus.

Dans l'exemple des figures 7a et 7b, les électrodes d'étranglement 6, 6', et 6'' et les électrodes 8, 8' et 8'' sont de formes identiques. Cependant, il est possible de prévoir pour ces électrodes des formes

et/ou des dimensions différentes pour que chacune transfère vers les électrodes 10, 12 14, du chemin de convoyage une quantité spécifique de liquide. On peut alors obtenir un mélange de différents liquides, selon

5 un dosage précis, au sein du dispositif 1 à partir des différentes sources dont le nombre peut être adapté aisément selon les besoins. On peut réaliser ainsi, par exemple, des préparations médicamenteuses, sanitaires, odoriférantes, ou autres de manière bien contrôlée.

10 Il est par ailleurs envisageable d'intégrer dans une même paire de substrats 2a, 2b plusieurs chemins de déplacement de liquide tels que décrits, chacun étant associé à une ou plusieurs sources de liquide et pouvant converger vers une ou plusieurs sorties

15 communes et/ou des sorties individuelles.

On peut ainsi mélanger une à une des gouttes soit avant soit après leur sortie dans l'atmosphère.

On peut aussi utiliser au moins une des sources de liquide et le chemin de déplacement correspondant comme

20 moyen de rinçage interne des autres chemins de déplacement du dispositif, en faisant circuler un liquide adapté à un tel rinçage. On peut souligner que le sens de déplacement des gouttes que l'on a décrit comme allant des réservoirs vers les plots des chemins

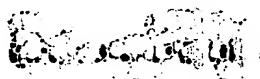
25 de déplacement en passant par l'extracteur, peut aussi être inversé. On pourra ainsi recevoir dans un réservoir un liquide mélangé ou non, qui aura été extrait au préalable du même ou d'un autre réservoir.

Ainsi, un liquide de rinçage pourra-t-il être utilisé

30 plusieurs fois et un mélange réactif pourra-t-il être préparé par mélange sur les plots et mis en attente d'utilisation dans un réservoir.

A titre purement indicatif, la figure 8 représente schématiquement un dispositif réalisé selon les

35 techniques décrites plus haut par rapport aux figures 1





à 7, qui comporte plusieurs chemins de déplacement de liquide intégrés à une même paire de substrats.

Dans cet exemple schématique, les substrats intègrent trois chemins de déplacement de liquide C1, C2 et C3, chacun menant vers une sortie respective 18-1, 18-2, 18-3 débouchant sur un orifice d'écoulement ou d'évaporation (non représenté).

Chaque chemin de déplacement C1, C2, C3 comprend un ou plusieurs plots munis d'électrodes d'étranglement et de formation des gouttes, identifiés dans la figure par les chiffres 6 et 8 dans leur numéro de référence, et des plots d'électrodes qui acheminent les gouttes vers les sorties 18-1, 18-2, 18-3, ces plots étant désignés génériquement 200-1, 200-2, 200-3 pour les chemins respectifs C1, C2 et C3. Le nombre de plots 200-1, 200-2, 200-3 dans les chemins est arbitraire, étant déterminé par exemple en fonction des critères de fabrication et de mise en oeuvre.

Le premier chemin C1 est alimenté par exemple par trois sources, 4-1, 4'-1 et 4''-1 sous forme d'électrodes de stockage, lesquelles peuvent être alimentées par des réservoirs respectifs comme expliqué précédemment. Chacune de ces trois sources est associée à des plots d'électrodes d'étranglement 6-1, 6'-1 et 6''-1 et de formation des gouttes 8-1, 8'-1 et 8''-1 qui conditionnent l'extraction de gouttes vers le chemin de déplacement C1.

On obtient ainsi une variante au fonctionnement de mélange décrit ci-dessus.

Le deuxième chemin C2 permet de réaliser des gouttes à partir de deux sources constituées par les électrodes de stockage 4''-1 et 4-2. Les électrodes de stockage 4''-1 pouvant être communes aux chemins C1 et C2, et reliées à ce chemin C2 par le plot d'électrodes d'étranglement 6''-1 et le plot de formation des

gouttes 8''-1. Le chemin C2 est par ailleurs relié aux électrodes de stockage 4-2 par le plot d'étranglement 6-2 et le plot de formation des gouttes 8-2. De la sorte, on peut créer sur ce chemin C2, au niveau du  
5 premier plot de l'ensemble 200-2, un mélange de liquides de deux sources associées aux électrodes de stockage 4''-1 et 4-2 ou n'extraire des gouttes que de l'une de ces sources.

Le chemin C3 est relié à une source unique de liquide  
10 définie par les électrodes de stockage 4-3, celles-ci alimentant un plot d'électrodes d'étranglement 6-3 et un plot de formation des gouttes 8-3 qui créent les gouttes transmises ensuite vers la sortie 18-3 par les autres électrodes 200-3 de ce chemin. Plusieurs sorties  
15 distinctes pour des liquides venant de réservoirs distincts, qu'il y ait eu mélange ou non, présentent l'intérêt d'une diffusion programmée dans le temps de liquides dont les principes actifs doivent agir de manière séquentielle. C'est par exemple le cas pour un  
20 traitement médicamenteux comportant l'association de plusieurs molécules dont l'administration est échelonnée.

La figure 9 représente schématiquement un exemple d'intégration du dispositif 1 dans un ensemble autonome  
25 de diffusion de gouttes de liquide.

L'ensemble est contenu dans un boîtier 36 mince, de dimensions réduites et sensiblement plan. Ce boîtier 36 peut être notamment dimensionné comme une carte de crédit ou une carte à puce, mesurant alors environ 85  
30 millimètres de longueur, 55 millimètres de largeur et 0,2 à 5 millimètres d'épaisseur, éventuellement plus.

Le dispositif de formation et de déplacement de gouttes 1 (dénommé ci-après diffuseur) peut être avantageusement regroupé avec son électronique de  
35 commande 20 dans un coin du boîtier 36. Bien entendu,

le boîtier 36 expose à l'extérieur l'orifice de sortie 30 et son système d'obturation par capuchon 32, 34 (l'exemple étant ici basé sur un dispositif représenté aux figures 1 et 2). Le reste du dispositif 1, de même  
5 que l'électronique de commande 20 et les liaisons de connexion aux électrodes (40a, 40b, ...140a, 140b) sont logés à l'abri à l'intérieur du boîtier 36.

L'électronique de commande 20 est réalisée sous forme de circuit intégré à partir d'un réseau logique  
10 programmable, réalisé en circuit intégré spécifique à l'application (connu sous l'appellation anglo-saxonne de "ASIC", Application Specific Integrated Circuit).

Une batterie 38, par exemple une pile "bouton" et une électronique d'élévation de tension 39, logées dans le  
15 boîtier 36 assurent l'alimentation de l'électronique de commande 20 et, par ce biais, celle du diffuseur 1. On pourra aussi avantageusement utiliser une pile plate à base de polymères qui aura la même surface que le dispositif.

20 Dans l'exemple, le liquide à diffuser est contenu dans un réservoir 42 qui est également intégré à l'intérieur du boîtier 36. Ce réservoir 42 est relié au dispositif diffuseur 1 par une liaison fluide interne 44, celle-ci comprenant le queusot 28 et des moyens de  
25 connexion.

Le réservoir 42 peut, dans des variantes de réalisation, se présenter sous forme de cartouche remplissable ou jetable, à l'instar d'une cartouche de stylo, remplie d'un liquide à diffuser (huile  
30 essentielle, déodorant, principes actifs biologiques ou médicamenteux, etc...).

En variante, le réservoir 42 peut être retenu à l'extérieur du boîtier 36 avec un adaptateur approprié pour assurer son maintien et sa connexion à la liaison  
35 fluide 44.

On notera que le réservoir 42 peut être omis dans certains modes de réalisation, dès lors qu'une réserve adéquate de liquide peut être retenue entre les électrodes 4a, 4b de stockage associées à la source.

- 5 Une face du boîtier 36 comporte des commandes accessibles par l'utilisateur pour entrer, par l'électronique de commande 20, divers paramètres de fonctionnement : marche/arrêt, débit de gouttes, choix de liquide ou de mélange de liquides à diffuser à  
10 partir des différentes sources (dans le cas de plusieurs réserves ou autres sources de liquide, cf. figures 7 et 8), etc.

Un affichage peut éventuellement être prévu pour fournir des indications relatives à ces paramètres.

- 15 On comprendra ainsi que la présente invention permet la fabrication de diffuseurs électroniques de très faible poids et dimensions, destinés entre autres aux liquides contenant des principes actifs, notamment des liquides odoriférants, tels que les huiles essentielles ou  
20 autres liquides parfumés, des anti-moustiques ou des traitements biologiques ou phytosanitaires, ou d'autres liquides et notamment des applications de phéromones.

- De tels diffuseurs autonomes et programmables peuvent être ainsi aisément portés sur soi ou accrochés dans  
25 toutes sortes d'endroits.

- De plus, le dispositif diffuseur peut avantageusement être réalisé en grande série, et à bas coût par des techniques de fabrication collectives dérivées de celles de la microélectronique. Il peut être intégré à  
30 un ensemble compact et de faible encombrement, comportant des moyens électroniques de commande et des moyens d'alimentation en liquides, pour former un système hybride ayant des fonctions fluidiques et électroniques.

On décrira maintenant par référence aux figures 10a à 10e le processus de transfert d'une quantité de liquide le long d'un chemin de déplacement. Dans l'exemple, un seul chemin de déplacement est représenté. Il comporte six paires d'électrodes adjacentes, chaque paire constituant un plot référencé P1 à P6 dans l'ordre de succession sur le chemin de déplacement. Le premier plot P1 peut correspondre à une paire d'électrodes 4a et 4b qui constituent un réservoir. Le dernier plot P6 peut correspondre à la dernière paire d'électrodes 14a, 14b associée à la sortie de liquide.

L'électronique de commande, dont la réalisation matérielle est à la portée de l'homme du métier, permet par exemple d'appliquer une différence de potentiel sur des électrodes ou paires d'électrodes adjacentes formant les plots P1-P6 pour assurer le transfert d'une goutte le long d'un chemin de plots.

Ainsi, commençant par les plots P1 et P2, le premier contenant du liquide et l'autre étant vide, lorsqu'une différence de potentiel est appliquée seulement au plot P2 vide (figure 10a), le champ électrique ainsi créé attire par effet diélectrique le liquide du plot plein P1 vers le plot vide P2 pour le remplir de liquide (figure 10b) et augmenter ainsi sa capacité électrique, ce qui diminue son énergie potentielle, qui est négative, conformément aux lois de la physique. Ensuite, en appliquant une différence de potentiel sur le plot P2 puis sur le plot P3 (figure 10c), on peut remplir le condensateur correspondant de liquide. En supprimant la différence de potentiel électrique sur le plot P2 et en maintenant la différence de potentiel sur les plots P1 et P3, on provoque une rupture du liquide (figure 10d), lequel se regroupe préférentiellement sur les plots soumis au champ électrique.

On forme ainsi sur le plot P3 une goutte détachée, que l'on peut ensuite déplacer du plot P3 au plot P4, comme expliqué ci-dessous.

On notera qu'on obtient le même résultat avec une  
5 différence de potentiel non nulle sur le plot P2, en adaptant en conséquence les différences de potentiel appliquées sur les plots P1 et P3.

A titre d'exemple non limitatif, la différence de potentiel à appliquer entre les deux électrodes d'une paire  
10 d'électrodes est de l'ordre de 40 à 400 volts pour une distance entre deux paires d'électrodes adjacentes de l'ordre de 5 à 35 microns.

En appliquant une différence de potentiel sur le plot P4 et en la supprimant sur le plot P3 (ou en la rendant  
15 suffisamment faible par rapport à celle appliquée sur le plot P4), on déplace la goutte du plot P3 au plot P4 (figure 10e). En opérant ainsi successivement sur les plots d'un chemin donné, on déplace la goutte le long de ce chemin.

L'homme du métier comprendra que ce processus de  
20 déplacement de gouttes le long d'un chemin de déplacement peut s'appliquer pour tout type de chemin de déplacement, et notamment pour des chemins de déplacement au sein desquels s'opère un mélange de liquide en provenance de  
25 différentes sources, comme décrit par référence aux figures 7a, 7b et 8.

La présente invention permet de nombreuses variantes au  
niveau de la technologie de fabrication, de la  
géométrie des surfaces de contact de liquide, de la  
30 configuration de ces surfaces, etc.

A titre d'exemple, la figure 11a est une vue partielle en coupe longitudinale d'un dispositif assemblé selon une première variante de la configuration représentée à la figure 1.

11/20/2011 11:11:11

Selon cette première variante, les substrats 2a et 2b sont non pas parallèles comme dans le cas de la figure 1, mais légèrement inclinés l'un par rapport l'autre de manière que leur plans respectifs sous-tendent un angle faible  $\alpha$ . De la sorte, les faces présentant les paires d'électrodes (seules les paires 4a, 4b et 6a, 6b sont représentées) sont elles aussi mutuellement inclinées selon l'angle  $\alpha$ . Cette inclinaison crée une zone vers un bord 4-1, 6-1 de chaque paire de faces respective 4a, 4b et 6a, 6b de plus grand rapprochement relativement au bord opposé 4-2, 6-2. L'inclinaison permet ainsi au liquide d'être entraîné par capillarité vers la zone de plus grand rapprochement pour une paire de surfaces donnée.

Dans l'exemple, la zone de plus grand rapprochement pour une paire de surfaces donnée se situe au niveau du bord 4-1, 6-1 le plus proche du lieu d'exploitation du liquide déplacé.

La figure 11b est une vue partielle en coupe longitudinale d'un dispositif assemblé selon une deuxième variante de la configuration représentée à la figure 1. Selon cette variante, au moins une paire de faces en vis-à-vis présente plusieurs plans de rapprochement différents entre les faces. Dans l'exemple de la figure 11b, chaque surface de la paire de surfaces comportant respectivement les électrodes 4a, 4b comporte un premier plan 4a' et 4b' et un deuxième plan 4a'' et 4b''. Les premier et deuxième plans se joignent à une portion du substrat formant une marche m4. La configuration de cette marche m4 fait que le rapprochement e1 entre les premiers plans 4a' et 4b' est inférieur au rapprochement e2 entre les deuxièmes plans 4a'' et 4b''. Le plus grand rapprochement e2 se situe à la partie de la paire de surfaces la plus proche du lieu d'exploitation du

liquide. De la sorte, on obtient un effet d'entraînement de liquide par capillarité vers la zone de plus grand rapprochement e2. On remarque que les premier et deuxième plans sont parallèles.

5 Dans l'exemple, la paire de surfaces d'électrodes 4a, 4b présentant plusieurs plans 4a', 4a" constitue un réservoir pour le liquide. La configuration permettant d'obtenir une zone de plus grand rapprochement e2 est alors particulièrement avantageuse car elle permet de  
10 transférer à la paire d'électrodes immédiatement en aval (ici la paire d'électrodes 6a, 6b formant un extracteur) du liquide dans des conditions optimales de capillarité.

Le rapprochement entre la paire d'électrodes  
15 immédiatement en aval précitée 6a, 6b est ici égal au rapprochement e2.

Dans l'exemple, chaque surface d'une paire de surfaces portant les électrodes située plus loin en aval 10a, 10b comporte un seul plan, mais le rapprochement e3  
20 entre ces surfaces est plus grand que le rapprochement e2 entre les surfaces de la paire de surfaces portant les électrodes 8a, 8b immédiatement en amont (marche m10). Cette disposition permet d'effectuer un transfert de liquide entre ces deux paires de surfaces  
25 8a, 8b et 10a, 10b par simple effet de capillarité.

D'autres géométries sont envisageables pour les surfaces comportant les électrodes dans le cadre de la présente invention. A titre d'exemple, il est possible de concevoir des électrodes de géométrie cylindrique,  
30 le liquide étant contenu et déplacé dans un espace annulaire formé par deux surfaces concentriques.



## R E V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif (1) de création, de déplacement et de diffusion de petits volumes (G) calibrés et contrôlés d'au moins un liquide, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un chemin de déplacement de ces petits volumes  
5 (18-1, 18-2, 18-3), entre un réservoir (4) et un lieu d'exploitation du liquide déplacé (18, 30, 32), ledit chemin de déplacement comprenant :

- des moyens de retenue de liquide comportant au moins deux paires (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) de  
10 surfaces rapprochées destinées à retenir entre elles un volume de liquide et à permettre un déplacement dudit volume d'une paire de surfaces à l'autre; et  
- des moyens d'application de champ électrique (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) destinés sélectivement à  
15 retenir ledit volume de liquide entre lesdites paires de surfaces et à déplacer ce volume d'une paire de surfaces à l'autre vers ledit lieu d'exploitation.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé  
20 en ce que ledit liquide est un liquide comportant un principe actif destiné notamment à des applications dans la génération d'odeurs, dans les cosmétiques, les traitements médicaux, sanitaires, dans la chimie ou l'analyse médicale.

25 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit liquide contient au moins une huile essentielle et/ou une phéromone.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits  
30 moyens de retenue comportent une pluralité desdites paires de surfaces rapprochées (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) disposées adjacentes entre le réservoir et le lieu

d'exploitation, et en ce que lesdits moyens d'application de champ électrique assurent le transfert de liquide entre les paires de surfaces adjacentes.

5 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est agencé pour acheminer les petits volumes calibrés vers une zone d'utilisation (30, 32) qui est en relation avec l'extérieur du dispositif.

10 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdits moyens d'application de champ électrique comprennent une électrode associée à au moins une surface de chaque paire de surfaces rapprochées (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b).

15 7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que lesdits moyens d'application de champ électrique (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) appliquent une séquence programmable de champs électriques entre les paires de surfaces disposées  
20 adjacentes de manière à déplacer le liquide contenu entre celles-ci de proche en proche vers ledit lieu d'exploitation de liquide.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) présentent une mouillabilité  
25 contrôlée par des traitements de surface.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'une au moins des deux faces d'une paire de surfaces (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) est portée par une structure sous  
30 forme de mesa (22a, 22b) formée sur son substrat (2a, 2b) respectif, ladite structure sous forme de mesa assurant un rapprochement desdites surfaces relativement aux substrats respectifs afin que la

capillarité maintienne sélectivement le liquide dans les zones où les faces sont les plus proches.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les deux  
5 faces d'une paire de surfaces (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) sont sensiblement parallèles.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les deux faces d'une paire de surfaces forment entre elles un  
10 petit angle ( $\alpha$ ), créant ainsi une zone vers un bord desdites faces (4-1, 6-1) de plus grand rapprochement relativement au bord opposé (4-2, 6-2), permettant ainsi au liquide d'être entraîné par capillarité vers ladite zone de plus grand rapprochement (figure 11a).

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour une paire de surfaces, ladite zone de plus grand rapprochement se situe au  
15 niveau du bord le plus proche du lieu d'exploitation du liquide déplacé.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'une au moins des paires de surfaces rapprochées présente une pluralité de plans (4a', 4a''), de manière à créer une pluralité de rapprochements différents (e1, e2) entre  
25 ces surfaces rapprochées.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'une au moins des paires de surfaces rapprochées présentant une pluralité de plans (4a', 4a'') est destinée à former un réservoir de liquide.

15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que la ou chaque paire d'électrodes présentant une pluralité de plans (4a', 4a'') est  
30 agencée avec le rapprochement le plus important situé en aval par rapport au sens de déplacement du liquide.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que au moins une paire des surfaces rapprochées (4a, 4b) réalise au moins un réservoir, un plot de séparation (6a, 6b) et un plot (8a, 8b) de formation d'un petit volume de liquide, coopérant pour constituer un extracteur de ce petit volume.

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que ledit réservoir (4a, 4b) comprend un volume de confinement par des actions capillaires et de tension interfaciale entre deux surfaces rapprochées, au moins un secteur de la périphérie d'une zone de retenue de liquide constituant un moyen formant extracteur et au moins une face de la zone de retenue étant reliée à un moyen d'alimentation.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'extracteur est constitué d'une zone de retenue de liquide, adjacente au réservoir et est réalisé par deux faces parallèles proches de manière à produire des actions capillaires et de tension de surface entre elles, la largeur de cette zone par rapport à l'axe de déplacement de liquide étant substantiellement inférieure à sa longueur et plus substantiellement inférieure à la fois à la largeur du réservoir, auquel elle est reliée d'une part, et aussi à la largeur des surfaces rapprochées du chemin de déplacement des volumes calibrés de liquide auquel elle est reliée d'autre part.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'extracteur comporte des surfaces parallèles retenant entre elles une charge de liquide, lesdites surfaces étant munies d'électrodes permettant de créer dans cette zone un champ électrique, pour extraire du réservoir (4a, 4b) des quantités calibrées de liquide.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le chemin de déplacement (18-1, 18-2, 18-3) des quantités calibrées de liquide est constitué d'une zone de retenue de liquide par des actions capillaires et de tension de surface entre deux faces proches, tel que la largeur de cette zone de retenue par rapport à l'axe du chemin de déplacement soit d'une dimension substantiellement supérieure à celle de l'extracteur auquel elle est reliée, les faces formant ladite zone étant munies d'électrodes qui permettent de créer un champ électrique distribuable, permettant de recevoir au moins une quantité calibrée de liquide extraite du réservoir par action de l'extracteur.
21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que la zone de retenue dudit chemin de déplacement est constituée de plusieurs portions adjacentes, formant des plots, dont chacun est muni de paires d'électrodes pour créer des champs électriques, de telle sorte que chaque portion puisse recevoir une quantité calibrée de liquide.
22. Dispositif selon la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que les portions adjacentes du chemin de déplacement permettent, par une action séquentielle du champ électrique sur les portions adjacentes, le déplacement le long de ce chemin des quantités de liquide calibrées.
23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce qu'il est composé d'au moins deux chemins de déplacement (18-1, 18-2) permettant d'extraire d'au moins deux réservoirs des quantités calibrées 1, 2, 3, ..., N de liquides et de les acheminer vers au moins un autre chemin interne au dispositif, les quantités calibrées 1 à N n'ayant pas nécessairement le même volume.

24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce qu'au moins un réservoir (4a, 4b) peut être mis en communication avec l'extérieur du dispositif pour y faire pénétrer du liquide.

25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 24 caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux réservoirs agencés de manière à permettre de réunir et de mélanger les petits volumes calibrés extraits desdits réservoirs et au moins un chemin de déplacement pour les acheminer vers au moins un orifice de sortie (30, 32) où ces petits volumes peuvent soit couler soit s'évaporer.

26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mélange de liquide agencés pour transférer ledit mélange vers un chemin de déplacement (18-1, 18-2, 18-3) de manière à permettre d'acheminer, après mélange, les petits volumes vers une zone d'utilisation au sein même du dispositif.

27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 26, caractérisé en ce que le ou chaque réservoir et chaque paire de surfaces rapprochés dudit chemin de déplacement sont configurés pour créer une relaxation de périmètre du liquide en l'absence de champ électrique, afin de faciliter le passage de ce liquide d'une paire de surfaces à une autre.

28. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 27, caractérisé en ce que l'un au moins des réservoirs contient un liquide de rinçage adapté pour nettoyer le ou les chemin(s) de déplacement des petits volumes calibrés de liquides.

29. Dispositif selon les revendications 1 à 28, caractérisé en ce que qu'il comporte au moins un orifice de mise en relation du dispositif avec

l'extérieur (30), ledit orifice comportant au moins une électrode d'électroosmose ou au moins une résistance chauffante, pour accélérer en ces points l'évaporation des liquides.

5 30. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 29, caractérisé en ce qu'il est agencé pour être alimenté à partir d'au moins un réservoir (42) extractible, ledit réservoir étant par exemple sous forme de cartouche ou analogue.

10 31. Ensemble de diffusion de liquide sous forme de petits volumes, caractérisé en ce qu'il intègre dans un boîtier :

- au moins un dispositif (1) de formation, de déplacement et de diffusion de gouttes selon l'une  
15 quelconques des revendications 1 à 30 ;
- une électronique de commande et de génération de potentiels électriques (39, 46) pour engendrer de manière programmable des signaux de commande vers les moyens d'application de champ électrique ;
- 20 - au moins un réservoir (4a, 4b) de liquide à diffuser;
- une source d'énergie électrique (38), constituée par exemple d'une pile ou d'une batterie.

32. Ensemble selon la revendication 31 caractérisé en ce que le boîtier est sensiblement plan au format d'une  
25 carte à puce de type carte de crédit.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif (1) de création, de déplacement et de diffusion de petits volumes (G) calibrés et contrôlés d'au moins un liquide, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un chemin de déplacement de ces petits volumes (18-1, 18-2, 18-3), entre un réservoir (4) et un lieu d'exploitation du liquide déplacé (18, 30, 32), ledit chemin de déplacement comprenant :

- des moyens de retenue de liquide comportant au moins deux paires (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) de surfaces rapprochées destinées à retenir entre elles un volume de liquide et à permettre un déplacement dudit volume d'une paire de surfaces à l'autre; et
- des moyens d'application de champ électrique (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) destinés sélectivement à retenir ledit volume de liquide entre lesdites paires de surfaces et à déplacer ce volume d'une paire de surfaces à l'autre vers ledit lieu d'exploitation.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue comportent une pluralité desdites paires de surfaces rapprochées (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) disposées adjacentes entre le réservoir et le lieu d'exploitation, et en ce que lesdits moyens d'application de champ électrique assurent le transfert de liquide entre les paires de surfaces adjacentes.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est agencé pour acheminer les petits volumes calibrés vers une zone d'utilisation (30, 32) qui est en relation avec l'extérieur du dispositif.



4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens d'application de champ électrique comprennent une électrode associée à au moins une surface de chaque  
5 paire de surfaces rapprochées (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b).

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que lesdits moyens d'application de champ électrique (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b)  
10 appliquent une séquence programmable de champs électriques entre les paires de surfaces disposées adjacentes de manière à déplacer le liquide contenu entre celles-ci de proche en proche vers ledit lieu d'exploitation de liquide.

15 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdites surfaces (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) présentent une mouillabilité contrôlée par des traitements de surface.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'une au  
20 moins des deux faces d'une paire de surfaces (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) est portée par une structure sous forme de mesa (22a, 22b) formée sur son substrat (2a, 2b) respectif, ladite structure sous forme de mesa  
25 assurant un rapprochement desdites surfaces relativement aux substrats respectifs afin que la capillarité maintienne sélectivement le liquide dans les zones où les faces sont les plus proches.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les deux  
30 faces d'une paire de surfaces (4a-4b, 6a-6b, ..., 14a-14b) sont sensiblement parallèles.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les deux  
35 faces d'une paire de surfaces forment entre elles un

petit angle ( $\alpha$ ), créant ainsi une zone vers un bord desdites faces (4-1, 6-1) de plus grand rapprochement relativement au bord opposé (4-2, 6-2), permettant ainsi au liquide d'être entraîné par capillarité vers ladite zone de plus grand rapprochement (figure 11a).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que, pour une paire de surfaces, ladite zone de plus grand rapprochement se situe au niveau du bord le plus proche du lieu d'exploitation du liquide déplacé.

10 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'une au moins des paires de surfaces rapprochées présente une pluralité de plans (4a', 4a''), de manière à créer une pluralité de rapprochements différents (e1, e2) entre  
15 ces surfaces rapprochées.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'une au moins des paires de surfaces rapprochées présentant une pluralité de plans (4a', 4a'') est destinée à former un réservoir de liquide.

20 13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que la ou chaque paire d'électrodes présentant une pluralité de plans (4a', 4a'') est agencée avec le rapprochement le plus important situé en aval par rapport au sens de déplacement du liquide.

25 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que au moins une paire des surfaces rapprochées (4a, 4b) réalise au moins un réservoir, un plot de séparation (6a, 6b) et un plot (8a, 8b) de formation d'un petit volume de  
30 liquide, coopérant pour constituer un extracteur de ce petit volume.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que ledit réservoir (4a, 4b) comprend un volume de confinement  
35 par des actions capillaires et de tension interfaciale

entre deux surfaces rapprochées, au moins un secteur de la périphérie d'une zone de retenue de liquide constituant un moyen formant extracteur et au moins une face de la zone de retenue étant reliée à un moyen d'alimentation.

5 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'extracteur est constitué d'une zone de retenue de liquide, adjacente au réservoir et est réalisé par deux faces parallèles proches de manière à  
10 produire des actions capillaires et de tension de surface entre elles, la largeur de cette zone par rapport à l'axe de déplacement de liquide étant substantiellement inférieure à sa longueur et plus substantiellement inférieure à la fois à la largeur du  
15 réservoir, auquel elle est reliée d'une part, et aussi à la largeur des surfaces rapprochées du chemin de déplacement des volumes calibrés de liquide auquel elle est reliée d'autre part.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé  
20 en ce que l'extracteur comporte des surfaces parallèles retenant entre elles une charge de liquide, lesdites surfaces étant munies d'électrodes permettant de créer dans cette zone un champ électrique, pour extraire du réservoir (4a, 4b) des quantités calibrées de liquide.

25 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que le chemin de déplacement (18-1, 18-2, 18-3) des quantités calibrées de liquide est constitué d'une zone de retenue de liquide par des actions capillaires et de  
30 tension de surface entre deux faces proches, tel que la largeur de cette zone de retenue par rapport à l'axe du chemin de déplacement soit d'une dimension substantiellement supérieure à celle de l'extracteur auquel elle est reliée, les faces formant ladite zone  
35 étant munies d'électrodes qui permettent de créer un

champ électrique distribuable, permettant de recevoir au moins une quantité calibrée de liquide extraite du réservoir par action de l'extracteur.

5 19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que la zone de retenue dudit chemin de déplacement est constituée de plusieurs portions adjacentes, formant des plots, dont chacun est muni de paires d'électrodes pour créer des champs électriques, de telle sorte que chaque portion puisse recevoir une  
10 quantité calibrée de liquide.

20. Dispositif selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que les portions adjacentes du chemin de déplacement permettent, par une action séquentielle du champ électrique sur les portions adjacentes, le  
15 déplacement le long de ce chemin des quantités de liquide calibrées.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce qu'il est composé d'au moins deux chemins de déplacement (18-1, 18-2) permettant d'extraire d'au moins deux réservoirs  
20 des quantités calibrées 1, 2, 3, ..., N de liquides et de les acheminer vers au moins un autre chemin interne au dispositif, les quantités calibrées 1 à N n'ayant pas nécessairement le même volume.

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'au moins un réservoir (4a, 4b) peut être mis en communication avec l'extérieur du dispositif pour y faire pénétrer du  
25 liquide.

23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 22 caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux réservoirs agencés de manière à permettre de réunir et de mélanger les petits volumes calibrés extraits desdits réservoirs et au moins un chemin de  
30 déplacement pour les acheminer vers au moins un orifice  
35

de sortie (30, 32) où ces petits volumes peuvent soit couler soit s'évaporer.

24. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mélange de liquide  
5 agencés pour transférer ledit mélange vers un chemin de déplacement (18-1, 18-2, 18-3) de manière à permettre d'acheminer, après mélange, les petits volumes vers une zone d'utilisation au sein même du dispositif.

25. Dispositif selon l'une quelconque des  
10 revendications 1 à 24, caractérisé en ce que le ou chaque réservoir et chaque paire de surfaces rapprochés dudit chemin de déplacement sont configurés pour créer une relaxation de périmètre du liquide en l'absence de champ électrique, afin de faciliter le passage de ce  
15 liquide d'une paire de surfaces à une autre.

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 25, caractérisé en ce que l'un au moins des réservoirs contient un liquide de rinçage adapté pour nettoyer le ou les chemin(s) de déplacement  
20 des petits volumes calibrés de liquides.

27. Dispositif selon les revendications 1 à 26, caractérisé en ce que qu'il comporte au moins un orifice de mise en relation du dispositif avec l'extérieur (30), ledit orifice comportant au moins une  
25 électrode d'électroosmose ou au moins une résistance chauffante, pour accélérer en ces points l'évaporation des liquides.

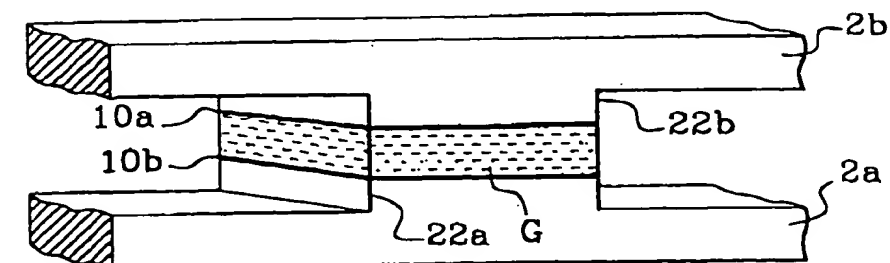
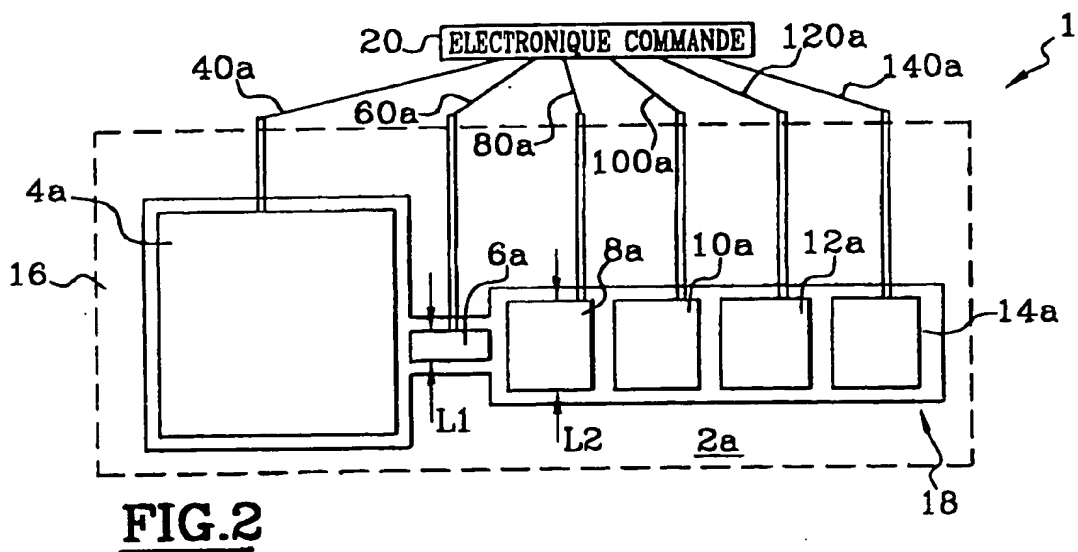
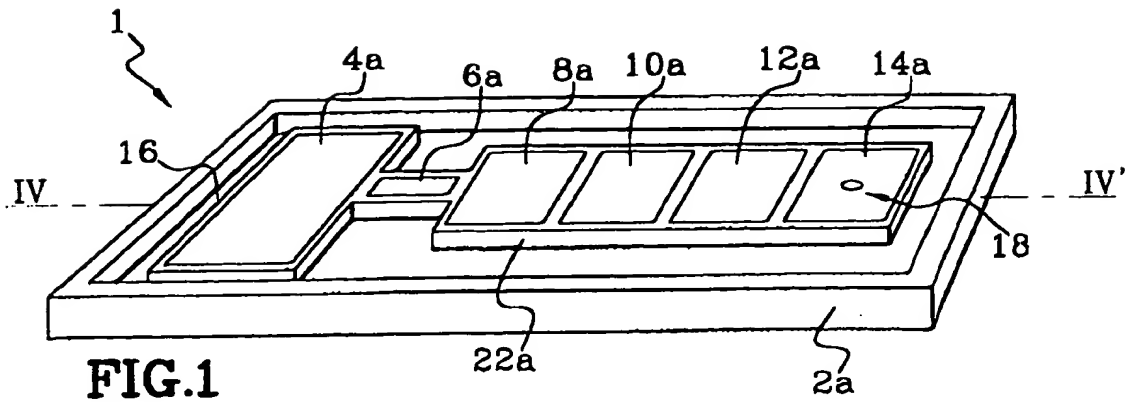
28. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 27, caractérisé en ce qu'il est  
30 agencé pour être alimenté à partir d'au moins un réservoir (42) extractible, ledit réservoir étant par exemple sous forme de cartouche ou analogue.

29. Ensemble de diffusion de liquide sous forme de petits volumes, caractérisé en ce qu'il intègre dans un  
35 boîtier :

SECRET

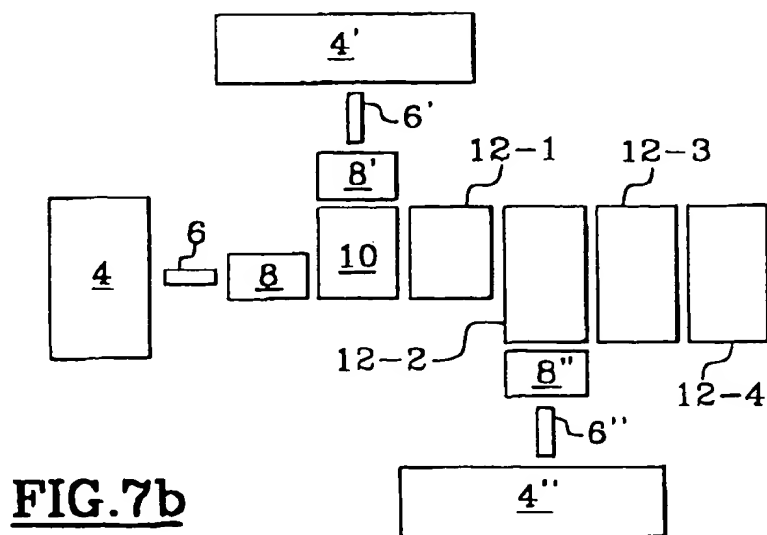
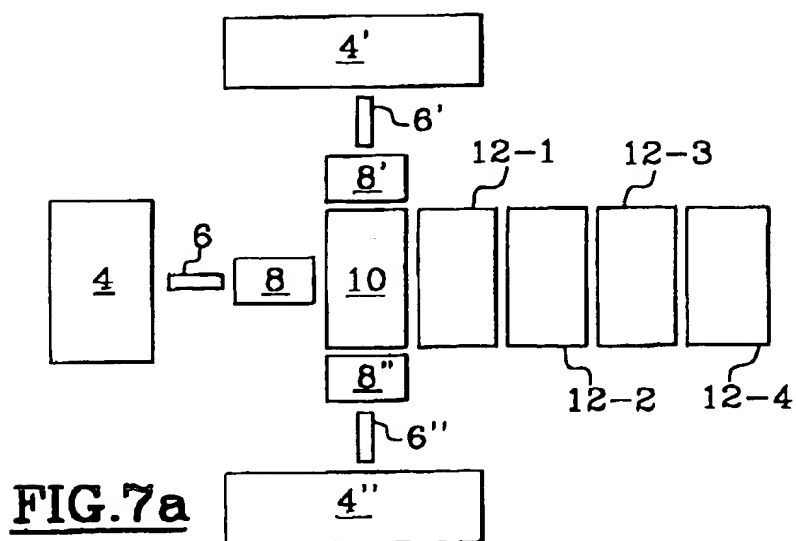
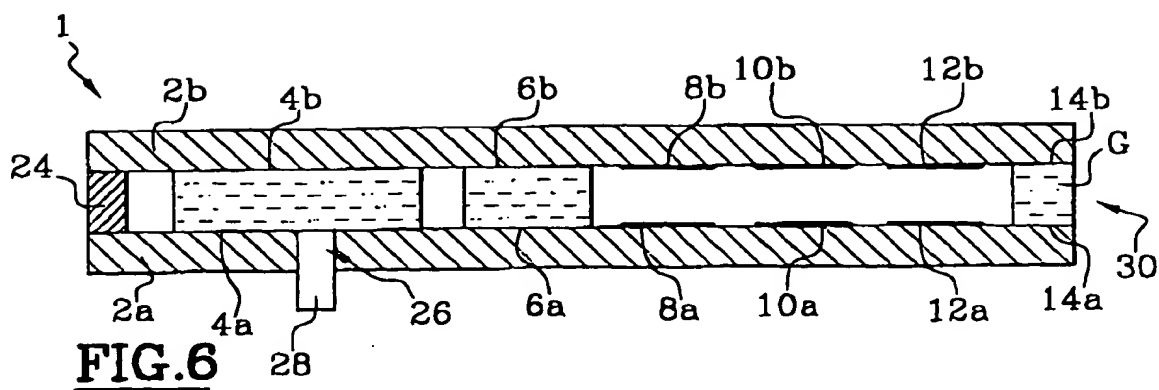
SECRET

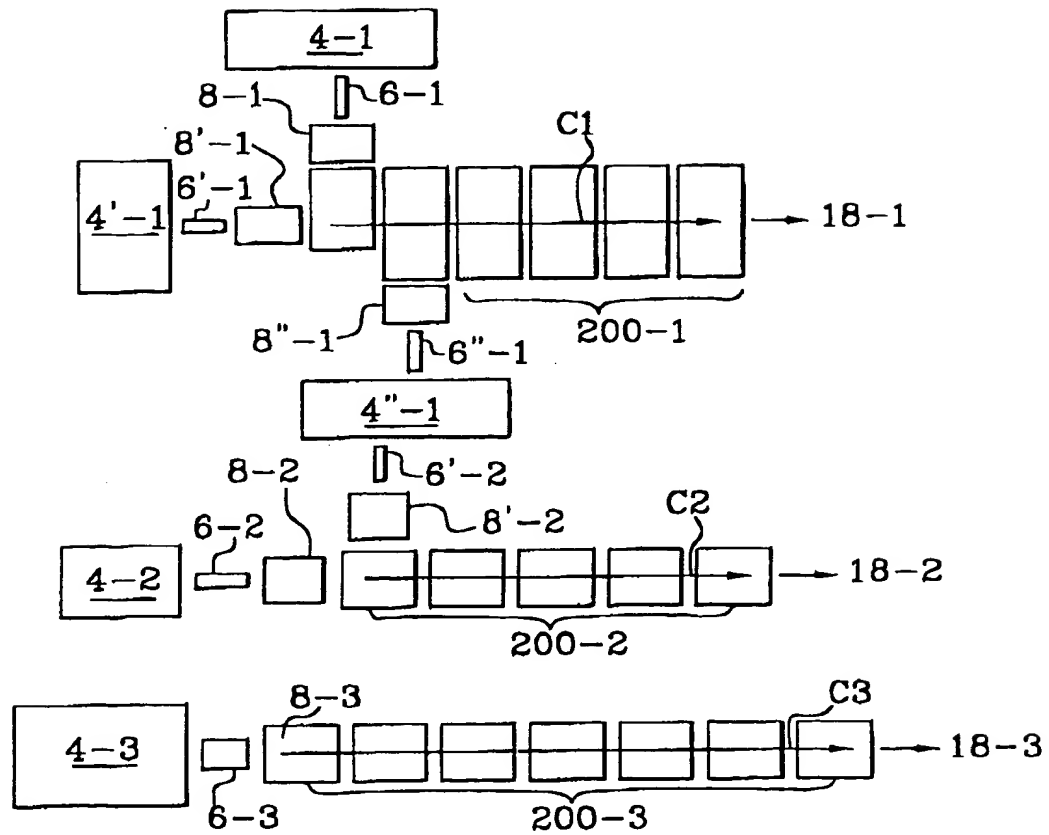
- au moins un dispositif (1) de formation, de déplacement et de diffusion de gouttes selon l'une quelconques des revendications 1 à 30 ;
  - une électronique de commande et de génération de potentiels électriques (39, 46) pour engendrer de manière programmable des signaux de commande vers les moyens d'application de champ électrique ;
  - au moins un réservoir (4a, 4b) de liquide à diffuser;
  - une source d'énergie électrique (38), constituée par exemple d'une pile ou d'une batterie.
30. Ensemble selon la revendication 29 caractérisé en ce que le boîtier est sensiblement plan au format d'une carte à puce de type carte de crédit.
31. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 28 ou de l'ensemble selon la revendication 29 ou 30 pour la diffusion d'un liquide comportant un principe actif destiné notamment à des applications dans la génération d'odeurs, dans les cosmétiques, les traitements médicaux, sanitaires, dans la chimie ou l'analyse médicale.
32. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 28 ou de l'ensemble selon la revendication 29 ou 30 pour la diffusion d'un liquide contenant au moins une huile essentielle et/ou une phéromone.



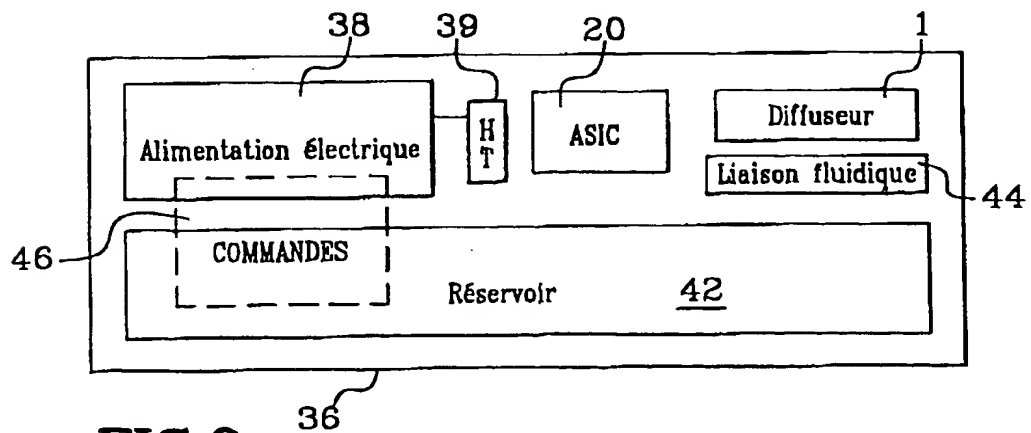




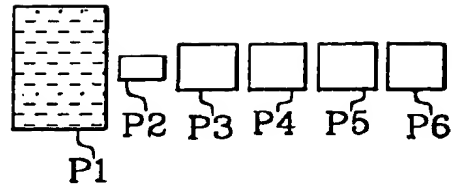




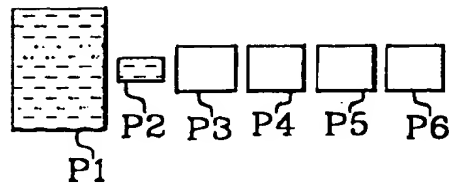
**FIG. 8**



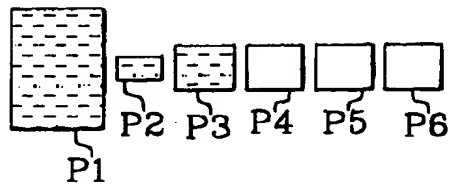
**FIG. 9**



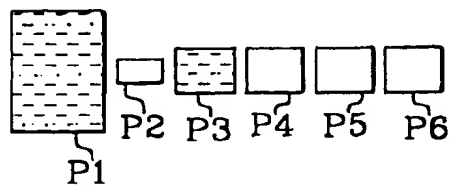
**FIG.10a**



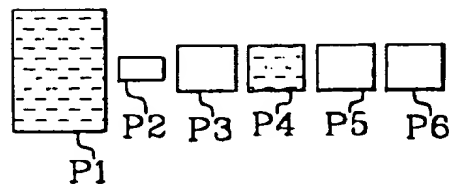
**FIG.10b**



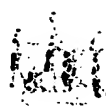
**FIG.10c**

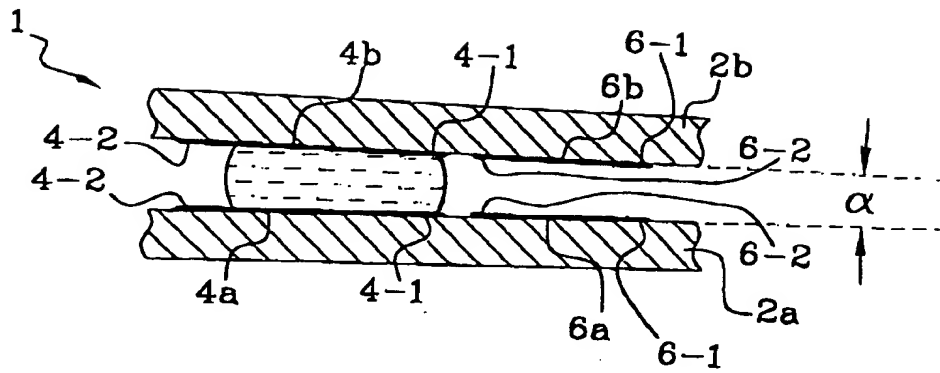
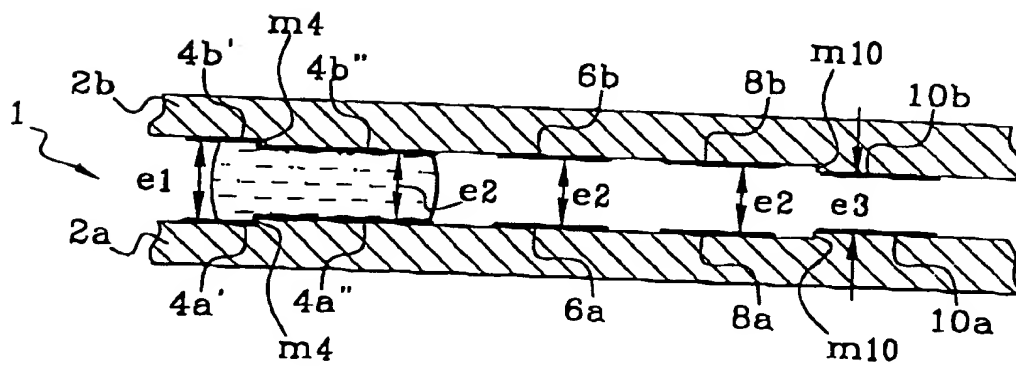


**FIG.10d**



**FIG.10e**



**FIG. 11a****FIG. 11b**